

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-033780

**(43)Date of publication of application : 31.01.2002**

(51)Int.Cl.

H04L 27/22  
H04B 7/005  
H04B 7/26  
H04J 13/00  
H04L 27/01

**(21)Application number : 2000-214434**

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 14.07.2000

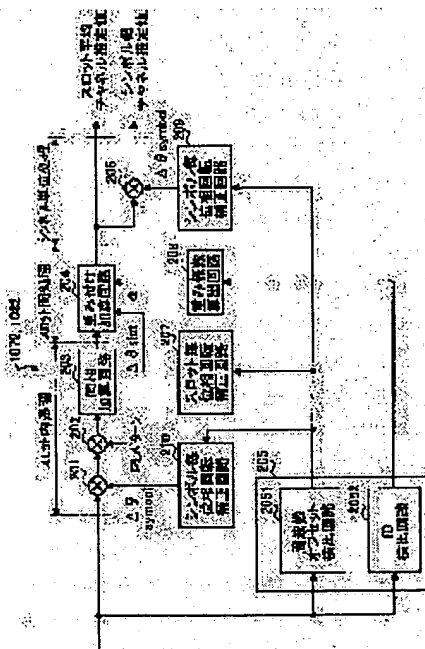
(72)Inventor : MIYA KAZUYUKI

## (54) DEVICE AND METHOD FOR ESTIMATING CHANNEL

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve channel estimation accuracy without causing a receiving quality to deteriorate.

**SOLUTION:** A frequency offset, detected by a frequency offset detecting circuit 2051, is outputted to a phase rotation correcting circuit 207 for each slot and phase rotation correcting circuits 209 and 210 for each symbol. A maximum Doppler frequency (fD), obtained by an fD detecting circuit 2052, is outputted to a weight coefficient calculating circuit 208. On the basis of the phase rotation quantity of the frequency offset, in the phase rotation correcting circuits 209 and 210 for each symbol, a phase rotation correction value  $\Delta \theta$  symbol for each symbol is calculated and outputted to multipliers 206 and 201. On the basis of the phase rotation quantity of the frequency offset, in the phase rotation correcting circuit 207 for each slot, a phase rotation correction value  $\Delta \theta$  slot for each slot is calculated and outputted to a weighting adder circuit 204. In a weight coefficient calculating circuit 208, a weight coefficient ( $\alpha$ ) is calculated, corresponding to an fD detection value and outputted to the weighting adder circuit 204.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-33780

(P2002-33780A)

(43)公開日 平成14年1月31日(2002.1.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 4 L 27/22		H 0 4 B 7/005	5 K 0 0 4
H 0 4 B 7/005		H 0 4 L 27/22	D 5 K 0 2 2
7/26		H 0 4 B 7/26	K 5 K 0 4 6
H 0 4 J 13/00		H 0 4 J 13/00	A 5 K 0 6 7
H 0 4 L 27/01		H 0 4 L 27/00	K

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-214434(P2000-214434)

(22)出願日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(71)出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 宮 和行

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74)代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

Fターム(参考) 5K004 AA01 AA05 BA02 BC01 FA11

FC02 FG04

5K022 EE01 EE11 EE21 EE31

5K046 AA05 BB05 EE56 EF54

5K067 AA02 AA23 CC10 DD30 EE02

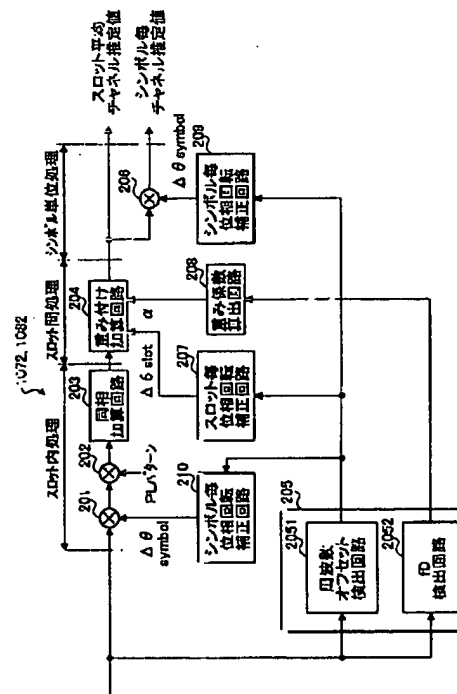
EE10 EE57 EE71 FF16 HH21

(54)【発明の名称】 チャネル推定装置及びチャネル推定方法

(57)【要約】

【課題】 受信品質を劣化させることなく、チャネル推定精度を向上させること。

【解決手段】 周波数オフセット検出回路2051で求められた周波数オフセットは、スロット每位相回転補正回路207及びシンボル每位相回転補正回路209、210に出力される。fD検出回路2052で求められた最大ドップラー周波数(fD)は、重み係数算出回路208に出力される。シンボル每位相回転補正回路209及び210は、周波数オフセットの位相回転量に基づいてシンボル毎の位相回転補正值 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ を算出し、乗算器206及び201に出力する。スロット每位相回転補正回路207は、周波数オフセットの位相回転量に基づいてスロット毎の位相回転補正值 $\Delta\theta_{\text{slot}}$ を算出し、重み付け加算回路204に出力する。重み係数算出回路208では、fD検出値に応じて重み係数( $\alpha$ )を算出し、重み付け加算回路204に出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信信号に含まれる既知信号から位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を個別に検出する位相回転検出手段と、前記位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を用いてチャネル推定を行うチャネル推定手段と、を具備することを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項2】 位相回転の周波数オフセット成分を用いてスロット単位の位相回転補正を行う第1位相回転補正手段を具備することを特徴とする請求項1記載のチャネル推定装置。

【請求項3】 位相回転の周波数オフセット成分を用いてシンボル単位の位相回転補正を行う第2位相回転補正手段を具備することを特徴とする請求項1又は請求項2記載のチャネル推定装置。

【請求項4】 位相回転のフェージング変動成分を用いて、チャネル推定におけるスロット間の重み付け加算を行う際の重み係数を算出する重み係数算出手段を具備することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載のチャネル推定装置。

【請求項5】 シンボル毎のチャネル推定値を求める際に、重み付け加算後の出力に、前記第2位相回転補正手段で求められたシンボル単位の位相回転補正値を乗算してシンボル毎のチャネル推定値を求めることを特徴とする請求項4記載のチャネル推定装置。

【請求項6】 スロット平均のチャネル推定値を求める際に、重み付け加算後の出力に対して、チャネル推定値をスロット中央値に合わせる処理を行うことを特徴とする請求項4記載のチャネル推定装置。

【請求項7】 請求項1から請求項6のいずれかに記載のチャネル推定装置を備えたことを特徴とする基地局装置。

【請求項8】 受信信号に含まれる既知信号から位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を個別に検出する位相回転検出工程と、前記位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を用いてチャネル推定を行うチャネル推定工程と、を具備することを特徴とするチャネル推定方法。

【請求項9】 位相回転の周波数オフセット成分を用いてシンボル単位の位相回転補正を行う第1位相回転補正工程と、前記位相回転の周波数オフセット成分を用いてスロット単位の位相回転補正を行う第2位相回転補正工程と、を具備することを特徴とする請求項8記載のチャネル推定方法。

【請求項10】 位相回転のフェージング変動成分を用いて、受信信号におけるスロット間の重み付け加算を行う際の重み係数を算出する重み係数算出工程を具備することを特徴とする請求項8又は請求項9記載のチャネル推定方法。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル無線通信システム、特にCDMA (Code Division Multiple Access) 方式において使用されるチャネル推定装置及びチャネル推定方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】無線通信において、基地局と通信端末とは独立したクロック発振器を保有している。一般に、基地局は、高精度(0.1ppm以下)な発振器を有しているのに対して、通信端末は、コスト、サイズ、消費電力の点から数ppm程度の精度の発振器を持つことになる。

【0003】例えば、通信端末において、キャリア周波数が2GHzの場合では、2kHz(精度1ppm時)以上の周波数ずれが発生することになり、このままでは受信が困難となる。このため、通常通信端末は、下り回線の受信信号に基づいてクロック周波数のずれを制御する機能、AFC (Automatic Frequency Control) を有する。

【0004】デジタル無線通信システムのW-CDMA (Wideband-Code Division Multiple Access) の場合、3GPP (3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project) 規定により0.1ppm (2GHzのキャリア周波数では200Hzに相当) 以下であることが要求されている。

【0005】しかしながら、そのような規定を満足した状態であってもなお、基地局による上り回線信号の受信においては、通信端末での周波数オフセット(通信端末のクロック周波数のずれを補正するAFCにおける補正誤差(AFC残差)などによって生じる受信信号の周波数ずれ、例えば周波数オフセット200Hzで1スロット間に48度程度)及びフェージング変動による高い最大ドップラー周波数(fD)(例えば240Hz(時速120km/h程度に相当)で1スロット間に57.6度程度の位相回転)による位相回転でチャネル推定が大きく劣化し、その結果として受信特性が大きく劣化する。

【0006】特に、チャネル推定精度の向上を目的とした、複数スロットのパイロットシンボルを重み付けして平均化する方法(WMSA: Weighted Multi-Symbol Averaging)においては、チャネル推定を求める平均化時間が長いほど、その影響が大きい。よって、従来では、fDによって平均化長(スロット長及びその重み係数)を制御することが考えられている。

【0007】図6は、従来のチャネル推定装置の構成を示すブロック図である。受信信号に対しては、相関器601において、通信相手での拡散変調処理で使用した拡散符号を用いて逆拡散処理を行って乗算器602に出力する。乗算器602では、逆拡散処理後のパイロット部分(既知信号部分)の信号にパイロットパターン(PL

パターン)を乗算し、その乗算結果を同相加算回路603に出力する。同相加算回路603では、乗算結果を同相加算してスロット単位のチャネル推定値を求める。P<sub>L</sub>パターンの乗算及び同相加算は、スロット内の処理となる。このチャネル推定値は、重み付け加算回路604に出力される。重み付け加算回路604では、複数スロットにわたるスロット単位のチャネル推定値に対して重み付け加算を行う。したがって、この重み付け加算処理はスロット間の処理となる。

【0008】一方、逆拡散処理後の信号は、位相回転検出回路605に出力される。位相回転検出回路605では、逆拡散処理後の信号からドップラー周波数( $f_D$ )を検出して、位相回転を検出し、位相回転量を重み係数算出回路606に出力する。重み係数算出回路606では、位相回転量に基づいて重み係数を算出し、この重み係数を重み付け加算回路604に出力する。このようにして複数スロットにわたって重み付け加算されたチャネル推定値によりチャネル推定値が求められる。

【0009】このように、上記構成のチャネル推定装置においては、あるスロットにおけるチャネル推定値を求める際に、フェージング変動の時間的な相関が高いと思われる前後のスロットのチャネル推定値を用いてチャネル推定精度を向上させている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のチャネル推定装置では、周波数オフセットやフェージング変動による位相回転が大きくなるにしたがって、その影響を受けないように平均化時間を短くする(平均化を行う前後のスロット数を少なくする)。これは、平均化時間を短くした分のチャネル推定に用いる信号のエネルギーが減少することを意味する。チャネル推定に用いる信号のエネルギーが減少すると、必然的にSINR (Signal to Interference and Noise Ratio) が劣化し、チャネル推定精度自体が劣化してしまう。

【0011】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、受信品質を劣化させることなく、チャネル推定精度を向上させることができるチャネル推定装置及びチャネル推定方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のチャネル推定装置は、受信信号に含まれる既知信号から位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を個別に検出する位相回転検出手段と、前記位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を用いてチャネル推定を行うチャネル推定手段と、を具備する構成を採る。

【0013】この構成によれば、受信品質を劣化させることなく、チャネル推定精度を向上させることができる。

【0014】本発明のチャネル推定装置は、上記構成に

おいて、位相回転の周波数オフセット成分を用いてスロット単位の位相回転補正を行う第1位相回転補正手段を具備する構成を採る。

【0015】本発明のチャネル推定装置は、上記構成において、位相回転の周波数オフセット成分を用いてシンボル単位の位相回転補正を行う第2位相回転補正手段を具備する構成を採る。

【0016】これらの構成によれば、シンボルレベル及び/又はスロットレベルで個々に位相回転補正を行うことができるので、より精度良くチャネル推定を行うことが可能となる。

【0017】本発明のチャネル推定装置は、上記構成において、位相回転のフェージング変動成分を用いて、チャネル推定におけるスロット間の重み付け加算を行う際の重み係数を算出する重み係数算出手段を具備する構成を採る。

【0018】この構成によれば、フェージングの相関が高いと思われる複数のスロットのチャネル推定値を用いてチャネル推定精度を向上させることができる。

【0019】本発明のチャネル推定装置は、上記構成において、シンボル毎のチャネル推定値を求める際に、重み付け加算後の出力に、前記第1位相回転補正手段で求められたシンボル単位の位相回転補正値を乗算してシンボル毎のチャネル推定値を求める構成を採る。

【0020】本発明のチャネル推定装置は、上記構成において、スロット平均のチャネル推定値を求める際に、重み付け加算後の出力に対して、チャネル推定値をスロット中央値に合わせる処理を行う構成を採る。

【0021】これらの構成によれば、シンボル単位でもスロット平均でも正確にチャネル推定値を求めることができる。

【0022】本発明の基地局装置は、上記構成のチャネル推定装置を備えたことを特徴とする。これにより、高精度のチャネル推定を行って、高い受信性能を発揮することができる。

【0023】本発明のチャネル推定方法は、受信信号に含まれる既知信号から位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を個別に検出する位相回転検出工程と、前記位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を用いてチャネル推定を行うチャネル推定工程と、を具備する。

【0024】この方法によれば、受信品質を劣化させることなく、チャネル推定精度を向上させることができる。

【0025】本発明のチャネル推定方法は、上記方法において、位相回転の周波数オフセット成分を用いてシンボル単位の位相回転補正を行う第1位相回転補正工程と、前記位相回転の周波数オフセット成分を用いてスロット単位の位相回転補正を行う第2位相回転補正工程と、を具備する。

【0026】この方法によれば、シンボルレベル及びス

ロットレベルで個々に位相回転補正を行うことができるので、より精度良くチャネル推定を行うことが可能となる。

【0027】本発明のチャネル推定方法は、上記方法において、位相回転のフェージング変動成分を用いて、受信信号におけるスロット間の重み付け加算を行う際の重み係数を算出する重み係数算出工程を具備する。

【0028】この方法によれば、フェージングの相関が高いと思われる複数のスロットのチャネル推定値を用いてチャネル推定精度を向上させることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明者は、チャネル推定を行う際に補正が必要とされる位相回転が、通信端末のクロック周波数のずれを補正するAFCにおける補正誤差(AFC残差)などの外部環境により数秒以上の比較的緩やかな時間的オーダーで変化する周波数オフセットと、数ミリ秒のオーダーで頻繁に変化するフェージング変動とに関係することに着目し、位相回転の補正とWMSAの重み係数の補正(制御)を、各々周波数オフセットとフェージング変動に応じて行い、チャネル推定に両補正を反映させることにより、受信品質を劣化させることなく、チャネル推定精度を向上させることを見出し、本発明をするに至った。

【0030】また、本発明者は、上記位相回転補正において、逆拡散信号の同相加算前でシンボル単位(スロット内処理)で位相回転を補正し、さらに同相加算後でスロット単位(スロット間処理)で位相回転を補正してチャネル推定を行うことにより、チャネル推定精度を向上させることを見出し、本発明をするに至った。

【0031】すなわち、本発明の骨子は、受信信号に含まれる既知信号から位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を個別に検出し、位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を用いてチャネル推定を行うことにより、受信品質を劣化させることなく、チャネル推定精度を向上させることである。

【0032】以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態1) 本実施の形態においては、チャネル推定を行う際に、周波数オフセットによる位相回転とフェージング変動による位相回転を個々に算出し、両方の位相回転を補正する場合について説明する。

【0033】図1は、本発明の実施の形態1に係るチャネル推定装置を備えた基地局の構成を示すブロック図である。なお、図1に示す基地局では、RAKE合成するパスが2である場合について説明するが、RAKE合成するパスが3以上である場合にも適用することができる。また、図1に示す基地局では、説明を簡単にするために、1ユーザの系列のみについて表記している。

【0034】通信相手である通信端末から送信された信号は、アンテナ101から共用器102を介して無線受

信回路103で受信する。無線受信回路103では、受信信号に対して所定の無線受信処理(ダウンコンバート、A/D変換など)を行って、無線受信処理後の信号を相関器104、105に出力する。また、無線受信処理後の信号は、サーチ回路106に出力される。

【0035】相関器104では、無線受信処理後の信号のデータ部分(DPDCH(Dedicated Physical Data Channel))に対して、通信相手である通信端末での拡散変調処理で使用した拡散符号を用いて逆拡散処理を行って同期検波回路107の遅延器1071及び同期検波回路108の遅延器1081に出力する。相関器105では、無線受信処理後の信号のパイロット部分(既知信号)に対して、通信相手である通信端末での拡散変調処理で使用した拡散符号を用いて逆拡散処理を行って同期検波回路107のチャネル推定回路1072及び同期検波回路108のチャネル推定回路1082に出力する。サーチ回路106では、逆拡散処理を行うパスの同期をとり、そのタイミング情報を相関器104及び相関器105に出力する。相関器104及び相関器105は、サーチ回路106からのタイミング情報に基づいて逆拡散処理を行う。

【0036】同期検波回路107のチャネル推定回路1072では、受信信号のパイロット部分を用いてチャネル推定を行い、そのチャネル推定値を乗算器1073に出力する。乗算器1073では、遅延器1071でタイミング補償された受信信号のデータ部分にチャネル推定値を乗算する。これにより同期検波がなされる。同期検波後の信号はRAKE合成器109に出力される。

【0037】同期検波回路108のチャネル推定回路1082では、受信信号のパイロット部分を用いてチャネル推定を行い、そのチャネル推定値を乗算器1083に出力する。乗算器1083では、遅延器1081でタイミング補償された受信信号のデータ部分にチャネル推定値を乗算する。これにより同期検波がなされる。同期検波後の信号はRAKE合成器109に出力される。

【0038】RAKE合成器109では、同期検波回路107及び同期検波回路108からの出力をRAKE合成して、RAKE合成後の信号を復調回路110に出力する。復調回路110では、RAKE合成後の信号に対して復調処理を行って受信データを得る。

【0039】送信データは、変調回路111で変調処理された後に、拡散回路112に出力される。拡散回路112では、変調処理後のデータに対して所定の拡散符号を用いて拡散変調処理を行い、拡散変調処理後のデータを無線送信回路113に出力する。無線送信回路113では、拡散変調処理後のデータに対して所定の無線送信処理(D/A変換、アップコンバート)を行う。無線送信処理された信号は、共用器102を介してアンテナ101から通信相手である通信端末に送信される。

【0040】次に、同期検波回路107、108のチャ

ネル推定回路1072, 1082の構成を説明する。図2は、図1に示す基地局のチャネル推定回路の構成を示すブロック図である。

【0041】乗算器201では、逆拡散処理後の信号にシンボル毎の位相回転補正値を乗算し、乗算後の信号を乗算器202に出力する。乗算器202では、シンボル毎の位相回転補正された逆拡散処理後の信号にパイロットパターン(PLパターン)を乗算し、PLパターンによるデータ変調成分を消すことにより同相に揃え、その乗算結果を同相加算回路203に出力する。

【0042】同相加算回路203では、乗算結果を同相加算してスロット単位のチャネル推定値を求める。シンボル毎の位相回転補正値の乗算、PLパターンの乗算及び同相加算は、スロット内の処理となる。このチャネル推定値は、重み付け加算回路204に出力される。

【0043】一方、逆拡散処理後の信号は、位相回転検出回路205の周波数オフセット検出回路2051及びフェージング変動成分検出回路(以後、fD検出回路と省略する)2052に出力される。周波数オフセット検出回路2051では、逆拡散処理後の信号から周波数オフセットを求める。この周波数オフセット成分(周波数オフセットに対応する位相回転量)は、スロット毎位相回転補正回路207及びシンボル毎位相回転補正回路209, 210に出力される。また、fD検出回路2052では、逆拡散処理後の信号から最大ドップラー周波数(以後、ドップラー周波数又はfD)を求める。なお、一般に周波数オフセットに比べて、フェージング変動におけるドップラー周波数を正確に測定するのは困難である。よって、上記ドップラー周波数の検出においては、周波数オフセットの検出精度よりも、粗い精度(例えば、数十Hz程度、又は低速/中速/高速の検出程度)に留めることが考えらる。このフェージング変動成分(fDに対応する位相回転量)は、重み係数算出回路208に出力される。

【0044】シンボル毎位相回転補正回路210は、周波数オフセットの位相回転量に基づいてシンボル毎の位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ を算出し、この位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ を乗算器201に出力する。スロット毎位相回転補正回路207は、周波数オフセットの位相回転量に基づいてスロット毎の位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{slot}}$ を算出し、この位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{slot}}$ を重み付け加算回路204に出力する。シンボル毎位相回転補正回路209は、周波数オフセット成分に基づいてシンボル毎の位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ を算出し、この位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ を乗算器206に出力する。なお、上記201に出力される位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ と206に出力される位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ とは同一の値であるため、1つに共通化することも可能である。

【0045】重み係数算出回路208では、fD検出値に応じて重み係数( $\alpha$ )を算出し、この重み係数 $\alpha$ を重

み付け加算回路204に出力する。

【0046】重み付け加算回路204では、スロット毎位相回転補正回路207からの位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{slot}}$ 及び重み係数算出回路208からの重み係数 $\alpha$ を用いて複数スロットにわたるスロット単位のチャネル推定値に対して重み付け加算を行う。したがって、この重み付け加算処理はスロット間の処理となる。

【0047】このようにして複数スロットにわたって重み付け加算されたチャネル推定値によりシンボル毎のチャネル推定値あるいはスロット平均のチャネル推定値が求められる。この場合、必要に応じて、チャネル推定値としては、重み付け加算回路204の出力であるスロット平均のチャネル推定値を用いたり、重み付け加算回路204の出力であるスロット平均のチャネル推定値にシンボル毎の位相回転補正値 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ を乗算器206で乗算して得られたシンボル毎のチャネル推定値を用いる。

【0048】図3は、本発明の実施の形態1に係るチャネル推定装置を備えた基地局と無線通信を行う通信端末の構成を示すブロック図である。なお、図3に示す通信端末では、RAKE合成するパスが1である場合について説明するが、RAKE合成するパスが2以上である場合にも適用することができる。

【0049】通信相手である基地局から送信された信号は、アンテナ301から共用器302を介して無線受信回路303で受信する。無線受信回路303では、受信信号に対して所定の無線受信処理を行って、無線受信処理後の信号を相関器304及びサーチ回路307に出力する。

【0050】相関器304では、無線受信処理後の信号に対して、通信相手である通信端末での拡散変調処理で使用した拡散符号を用いて逆拡散処理を行ってチャネル推定・同期検波・合成回路305に出力する。相関器304は、サーチ回路307からのタイミング情報に基づいて逆拡散処理を行う。チャネル推定・同期検波・合成回路305では、無線受信処理後の信号のパイロット部分(既知信号)を用いてチャネル推定を行ってチャネル推定値を求め、このチャネル推定値を無線受信処理後の信号のデータ部分に乗算して同期検波を行う。さらに、チャネル推定・同期検波・合成回路305では、同期検波後の信号を用いてRAKE合成を行う。

【0051】RAKE合成後の信号は、復調回路306に出力される。復調回路306では、RAKE合成後の信号に対して復調処理を行って受信データを得る。

【0052】送信データは、変調回路308で変調処理された後に、拡散回路309に出力される。拡散回路309では、変調処理後のデータに対して所定の拡散符号を用いて拡散変調処理を行い、拡散変調処理後のデータを無線送信回路310に出力する。無線送信回路310では、拡散変調処理後のデータに対して所定の無線送信

処理を行う。無線送信処理された信号は、共用器302を介してアンテナ301から通信相手である基地局に送信される。上述したような図1に示す基地局と図3に示す通信端末により、CDMA方式によるデジタル無線システムが構成され、図1に示す基地局と図3に示す通信端末により無線通信が行われる。

【0053】次に、上記構成を有するチャネル推定装置を備えた基地局の動作について説明する。基地局では、通信端末からの上り回線信号を受信し、受信信号に対して相関器で逆拡散処理を行う。逆拡散信号は、それぞれ位相回転検出回路205の周波数オフセット検出回路2051とfD検出回路2052に出力される。周波数オフセット検出回路2051とfD検出回路2052において、それぞれ個別に周波数オフセット成分とfDを検出する。

【0054】ここで、周波数オフセット成分とフェージング変動成分を分離して検出する方法としては、例えば、スロット毎の正規化後のチャネル推定値から内積演算して平均化する際に位相の回転方向を意識して±を付けて平均化する方法が挙げられる。具体的には、この平均化長を比較的長く取ることにより、頻繁に変化するfDによる位相回転の成分は除去されて周波数オフセットのみによる位相回転を検出することができる。そして、求めた周波数オフセットのみによる位相回転を各内積値（回転方向の符号付きの値）から減算した値の絶対値を平均化することにより、fDのみによる位相回転の平均値を求めることができる。ただし、本発明において、周波数オフセット成分とフェージング変動成分を分離して検出する方法は上記の例に限られる訳ではなく、別の方法を適用しても何ら問題はない。

【0055】周波数オフセットに起因する位相回転は測定時間（数秒オーダ）に対して一定と見なせる。フェージング変動による位相回転は回転量及び回転方向ともに短い区間においても一定でないため、長時間の平均の検出値と瞬時の位相回転量との差が大きく、誤った検出値に基づいて位相回転補正を行うとかえってチャネル推定精度が劣化する可能性がある。

【0056】一方、高いドップラー周波数の時には、フェージング変動による位相回転が同相加算に与える影響も無視できないので、周波数オフセットだけでなくフェージング変動による位相回転も合わせて補正した方が、むしろ良いとも考えられる。いずれにしろ、フェージン

$$p_l(m) = p_{l,i} + j p_{l,q} \quad (m = 0 \sim 5 : m \text{ はシンボル}) \quad \cdots \text{式 (1)}$$

である。

【0063】シンボル每位相回転補正回路209、21

$$e^{j(\Delta \theta_{\text{sybm}} \cdot m)} = \text{ad\_sybm}_i(m) + j \text{ad\_sybm}_q(m) \quad \cdots \text{式 (2)}$$

により求められる。

【0064】スロット每位相回転補正回路207で求め

$$e^{j(\Delta \theta_{\text{slot}} \cdot t)} = \text{ad\_slot}_i(t) + j \text{ad\_slot}_q(t) \quad (t = -2, -1, 0, +1, +2)$$

$$\cdots \text{式 (3)}$$

グ変動による位相回転の補正は、短時間での検出精度に依存する。

【0057】このように、周波数オフセットに起因する位相回転とfDに起因する位相回転を別々に検出して、兩位相回転量をチャネル推定に反映させることにより、長時間の平均の検出値と瞬時の位相回転量との差が大きい場合のチャネル推定劣化を防止すると共に、フェージングによる位相回転の同相加算への影響を小さくすることができる。

【0058】周波数オフセット検出回路2051で求められた周波数オフセット成分は、シンボル每位相回転補正回路209、210とスロット每位相回転補正回路207に出力される。すなわち、本発明においては、位相回転補正として、シンボル毎の補正と、重み付け加算前のスロット毎の補正とを用いる。したがって、スロット内処理において、シンボル単位で位相回転を補正し、さらにスロット単位（前後のスロットをも用いて）で位相回転を補正する。

【0059】このような2段階の位相回転補正を行うことにより、まず、シンボル単位の補正により、各シンボルのチャネル推定値から周波数オフセット成分を除去し、同相加算によるスロット単位のチャネル推定精度を向上させ、次に、WMSAにおける復調スロットに対する前後のスロット間の周波数オフセット成分を除去することで、WMSAによる重み付け加算によるチャネル推定精度を向上させることができる。このように、シンボルレベル及びスロットレベルで個々に位相回転補正を行うことができるので、より精度良くチャネル推定値を求めることが可能となる。

【0060】また、上記のようにシンボル単位の位相回転補正とスロット単位の位相回転補正を行う際に、チャネル推定を行う処理単位として、シンボル単位で行う場合とスロット単位で行う場合とが考えられる。シンボル単位でチャネル推定値を求めた場合にはチャネル推定を行う際に、シンボル調整を行う必要がある。

【0061】シンボル每位相回転補正回路209、210及びスロット每位相回転補正回路207では、それぞれ以下のような具体的な演算により位相回転補正値を求めている。

【0062】パイロット部分のPLパターンを乗算しデータ変調成分を消すことにより同相に揃えた後の相関出力は、

0で求められるシンボル単位の位相回転補正値は、

られるスロット単位の位相回転補正値は、

により求められる。

【0065】シンボル毎位相回転補正回路210の位相回転補正值 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ は、乗算器201に出力され、PLパターン乗算前の逆拡散信号に乗算される。これにより、PLパターンとの相関をとる前にシンボル単位で位

$$\text{ch}(t,0) = \sum \text{pl}(m) e^{j(\Delta\theta_{\text{syab}} \cdot m)}$$

により同相加算される。ここで、 $m=0 \sim 5$ とする。 $\text{ch}(t,m)$ は、 $t$ スロット、 $m$ シンボルのチャネル推定値である。このチャネル推定値は、重み付け加算(WMSA (Weighted Multi-Symbol Averaging))前のものである。

【0067】次いで、同相加算後のチャネル推定値は、重み付け加算回路204に出力される。重み付け加算回路204では、重み係数算出回路208で算出された重み係数 $\alpha$ 及びスロット毎位相回転補正回路207の出力である位相回転補正值 $\Delta\theta_{\text{slot}}$ を用いてWMSAを行う。WMSAの補正では、復調するスロットを中心にし

$$\hat{\epsilon}_i(n) = \frac{1}{N_p} \sum_{m=0}^{N_p-1} \hat{h}_i(n, m)$$

【数3】

$$\hat{\epsilon}_i(n) = \sum_{i=-K+1}^K \alpha_i \hat{\epsilon}_i(n+i) \quad \dots \text{式 (7)}$$

ここで、 $\alpha_i (\leq 1)$ は重み係数である。

【0069】このWMSA技術については、安倍田、安藤、佐和橋、安達らの"DS/CDMA複数シンボル重み付き

$$\text{CH}(t,0) = \sum W(t) \text{ch}(t,0) e^{j(\Delta\theta_{\text{slot}} \cdot t)}$$

…式(8)

により行う。ここで、 $t=-2, -1, 0, +1, +2$ の5スロットとするがスロット数は特に限定されない。 $W(t)$ は、WMSAの重み係数である。 $\text{CH}(t,m)$ は、 $t$ スロット、 $m$ シンボルのチャネル推定値である。このチャ

$$\text{CH}(t,m) = \text{ch}(t,0) e^{j(\Delta\theta_{\text{syab}} \cdot m)}$$

により求められる。

【0072】上記チャネル推定値の演算においては、スロット間の補正後のWMSA演算を行うが、その推定値が上記式(4)ではスロット先頭に合わせて補正を行うようになっている。したがって、そのままWMSAを行うと、求まるチャネル推定値はスロット先頭のものに相当する。このため、シンボル毎のチャネル推定値を計算して同期検波する際は、そのまま先頭の次のシンボルから位相回転補正值 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ をかけていけば、各シンボルのチャネル推定値を求めることができる。すなわち、シンボル毎のチャネル推定値を求める場合には、シンボル毎位相回転補正回路209で求められた位相回転補正值 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ を重み付け加算回路204の出力に乗算器206で乗算する(シンボル単位処理)。

【0073】しかしながら、スロット単位のチャネル推定値で同期検波する際は、スロット中央(又はパイロットシンボル区間の中央)のチャネル推定値を用いるのが

相回転が補正される。

【0066】シンボル単位で位相回転が補正されたパイロット部分の逆拡散信号にPLパターンを乗算した相関出力 $\text{pl}(m)$ は、同相加算回路203に出力される。同相加算回路203では、

…式(4)

で $\Delta\theta_{\text{slot}}$ の補正を行う。

【0068】WMSAは、1番目のブランチの $n$ 番目のスロットの $m$ 番目シンボルのチャネル推定値を

【数1】

$$\hat{h}_i(n, m) \quad \dots \text{式 (5)}$$

とすると、同期加算後のスロット毎のチャネル推定値は下記式(6)に示すようになり、さらに前後の複数スロットのチャネル推定値を用いることにより、下記式(7)に示すようになる。

【数2】

…式(6)

平均化(WMSA)パイロットチャネルの特性”信学技報 R CS97-163, 1997-11)に示されている。この内容はここに含めておく。

【0070】この技術を応用してスロット単位の位相回転補正によるWMSAを行って、復調スロットの先頭シンボルのチャネル推定値を求める場合、

ネル推定値は、WMSA後のものである。

【0071】したがって、シンボル毎のチャネル推定値は、

…式(9)

良いと考えられるので、WMSA後の値に、 $4 \cdot \Delta\theta_{\text{symbol}}$ 程度の値(スロット長が10のパイロットシンボル長である場合)をかけた値で同期検波することが望ましい。

【0074】なお、スロット平均のチャネル推定値を用いるかシンボル単位のチャネル推定値を用いるかは、適宜変更することが可能である。シンボル単位のチャネル推定値を用いる場合、チャネル推定値がシンボル単位であるとの指示をシンボル毎位相回転補正回路209に入力し、シンボル毎位相回転補正回路209は、その指示にしたがって重み付け加算回路204の出力に位相回転補正值 $\Delta\theta_{\text{symbol}}$ を乗算する。一方、スロット平均のチャネル推定値を用いる場合、チャネル推定値がスロット平均であるとの旨にしたがってチャネル推定値をスロット中央値に合わせる処理を行う。

【0075】このように、変化の状態が周波数オフセットに起因する位相回転とフェージング変動に起因する位



相回転を別々に補正し、チャネル推定に両補正を反映させるので、受信品質を劣化させることなく、チャネル推定精度を向上させることができる。

【0076】さらに、逆拡散信号の同相加算前でシンボル単位（スロット内処理）で位相回転を補正し、さらに同相加算後でスロット単位（スロット間処理）で位相回転を補正してチャネル推定を行うことにより、チャネル推定精度を向上させることができる。

【0077】なお、本実施の形態においては、シンボル単位の位相回転補正とスロット単位の位相回転補正を両方行ってスロット平均のチャネル推定値やシンボル単位のチャネル推定値を求める場合について説明しているが、本発明においては、スロット単位の位相回転補正のみを行ってスロット平均のチャネル推定値やシンボル単位のチャネル推定値を求めるようにしても良い。

【0078】（実施の形態2）本実施の形態においては、周波数オフセットの位相回転補正とフェージング変動の位相回転補正の切り替えや、WMSAにおける重み係数の切り替えの制御を行う場合について説明する。

【0079】図4は、本発明の実施の形態2に係るチャネル推定回路の構成を示すブロック図である。なお、図4に示すチャネル推定回路において、図2と同じ部分については図2と同じ符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0080】図4に示すチャネル推定回路は、位相回転検出回路205の出力を切り替えるスイッチ401、402を備えている。スイッチ401は、周波数オフセット成分検出回路2051で検出された周波数オフセット成分の出力を制御し、スイッチ402は、fD検出回路2052で検出されたfD検出値の出力を制御する。

【0081】位相回転補正として考慮する成分は、実施の形態1で説明したように、周波数オフセット及びフェージング変動である。したがって、切り替えるモードとしては、位相回転補正の成分として、周波数オフセットのみ、周波数オフセットとフェージング変動の組み合わせの2通りがあり、また、フェージング変動に応じたWMSAの制御方法として2通りがある。すなわち、以下に説明するように、4つのモードが想定される（図5参照）。

【0082】モード#1：位相回転補正は、周波数オフセットのみを考慮する。フェージング変動による位相回転の影響は残るので、その分はWMSAの重み係数の切り替えにより対応する。

モード#2：位相回転補正は、周波数オフセット及びフェージング変動の両方を考慮する。ただし、フェージング変動におけるドップラー周波数の検出精度や位相回転方向の変化速度を考慮して、フェージング変動による補正は高いドップラー周波数の場合のみ、又は低いドップラー周波数の場合のみに限定することも考えられる。なお、フェージング変動に対する位相補正が行われている

場合は、WMSAの重み係数の切り替えは行わず、平均化するスロット長は固定値とする。

モード#3：位相回転補正は、周波数オフセット及びフェージング変動の両方を考慮する。ただし、フェージング変動を考慮した補正はモード2と同様に高いドップラー周波数の場合のみ、または低いドップラー周波数の場合のみに限定することも考えられる。この場合、フェージング変動に対する位相補正後もフェージング変動による瞬時的な位相回転の影響は残ると考え、それに対してはフェージング変動によるWMSAの重み係数の切り替えで対応する。

モード4：フェージング変動におけるドップラー周波数に基づいてWMSAの重み係数の切り替えを行い、周波数オフセットによる位相回転補正は行わない。

【0083】本実施の形態に係るチャネル推定回路においては、モード情報がスイッチ401、402に入力されて切り替えられることにより、モード情報にしたがって位相回転補正を行う。

【0084】例えば、モード情報がモード#1である場合には、スイッチ401は周波数オフセット検出回路2051の出力である周波数オフセット成分をシンボル每位相回転補正回路209、210及びスロット每位相回転補正回路207に出力するように制御され、スイッチ402はfD検出回路2052の出力であるfD検出値を出力しないように制御する。なお、fD検出回路2052からはフェージング変動成分（fD検出値）が重み係数算出回路208に出力される。

【0085】これにより、位相回転補正については周波数オフセットのみを考慮し、ドップラー周波数（fD検出値）に応じたWMSAの重み係数の切り替えにより、フェージング変動による位相回転の影響を抑える。すなわち、ドップラー周波数が高い（例えばfD=200Hz程度以上）場合に、平均化時間を短く（平均化を行う前後のスロット数を少なく）し、ドップラー周波数が低い場合に、平均化時間を長く（平均化を行う前後のスロット数を多く）する。

【0086】モード情報がモード#2である場合には、スイッチ401は周波数オフセット検出回路2051の出力である周波数オフセット成分をシンボル每位相回転補正回路209、210及びスロット每位相回転補正回路207に出力するように制御され、スイッチ402はfD検出回路2052の出力であるfD検出値をシンボル每位相回転補正回路209、210及びスロット每位相回転補正回路207に出力するように制御する。なお、fD検出回路2052からはフェージング変動成分（fD検出値）が重み係数算出回路208に出力される。

【0087】これにより、位相回転補正は、周波数オフセット及びフェージング変動の両方を考慮する。この場合、fD検出回路2052で検出されたドップラー周波

数が高い場合にのみfD検出回路2052の出力であるfD検出値を出力するように制御するようにしても良く、また逆にドップラー周波数が低い場合にのみfD検出値を出力するなど、条件に応じて限定して制御するようにしても良い。なお、この場合、重み係数算出回路208はモード情報に基づいてWMSAの重み係数の切り替えは行わず、平均化するスロット長は固定値とする。

【0088】モード情報がモード#3である場合には、スイッチ401は周波数オフセット検出回路2051の出力である周波数オフセット成分をシンボル每位相回転補正回路209、210及びスロット每位相回転補正回路207に出力するように制御され、スイッチ402はfD検出回路2052の出力であるfD検出値をシンボル每位相回転補正回路209、210及びスロット每位相回転補正回路207に出力するように制御する。なお、fD検出回路2052からはフェージング変動成分(fD検出値)が重み係数算出回路208に出力される。

【0089】これにより、位相回転補正は、周波数オフセット及びフェージング変動の両方を考慮する。モード#2と同様に、fD検出回路2052で検出されたドップラー周波の条件に応じてスイッチ402のON/OFF制御をするようにしても良い。また、WMSAの重み係数の切り替えにより、フェージング変動による位相回転の影響を抑える。すなわち、ドップラー周波数が高い(例えばfD=200Hz程度以上)場合に、平均化時間を短く(平均化を行う前後のスロット数を少なく)し、ドップラー周波数が低い場合に、平均化時間を長く(平均化を行う前後のスロット数を多く)する。

【0090】モード情報がモード#4である場合には、スイッチ401は周波数オフセット検出回路2051の出力である周波数オフセット成分をシンボル每位相回転補正回路209、210及びスロット每位相回転補正回路207に出力しないように制御され、スイッチ402もfD検出回路2052の出力であるfD検出値を出力しないように制御する。なお、fD検出回路2052からはフェージング変動成分(fD検出値)が重み係数算出回路208に出力される。

【0091】これにより、WMSAの重み係数の切り替えにより、フェージング変動による位相回転の影響を抑える。すなわち、ドップラー周波数が高い(例えばfD=200Hz程度以上)場合に、平均化時間を短く(平均化を行う前後のスロット数を少なく)し、ドップラー周波数が低い場合に、平均化時間を長く(平均化を行う前後のスロット数を多く)する。

【0092】このように位相回転補正やWMSAの切り替えのモードを適宜変更することにより、回線状況に応じて適切なチャネル推定を行うことが可能となる。特に、モード#2、モード#3については、周波数オフセ

ットによる位相回転成分よりも、フェージング変動による位相回転が大きい場合、すなわち高いドップラー周波数の時には、フェージングによる位相回転が、スロット単位のチャネル推定精度やWMSAにより求めるチャネル推定精度に与える影響も大きいいため、周波数オフセットだけでなくフェージングによる位相回転も合わせて補正した方が良い精度のチャネル推定値を求めることが可能になることも考えられる。

【0093】上記実施の形態1、2は適宜組み合わせる実施することが可能である。なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。

【0094】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、受信信号に含まれる既知信号から位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を個別に検出し、位相回転の周波数オフセット成分及びフェージング変動成分を用いてチャネル推定を行うので、受信品質を劣化させることなく、チャネル推定精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るチャネル推定装置を備えた基地局の構成を示すブロック図

【図2】図1に示す基地局のチャネル推定回路の構成を示すブロック図

【図3】本発明の実施の形態1に係るチャネル推定装置を備えた基地局と無線通信を行う通信端末の構成を示すブロック図

【図4】本発明の実施の形態2に係るチャネル推定装置を備えた基地局のチャネル推定回路の構成を示すブロック図

【図5】本発明の実施の形態2に係るチャネル推定装置を備えた基地局におけるモードを説明するためのテーブルを示す図

【図6】従来のチャネル推定装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

201、202、206 乗算器

203 同相加算回路

204 重み付け加算回路

205 位相回転検出回路

207 スロット每位相回転補正回路

208 重み係数算出回路

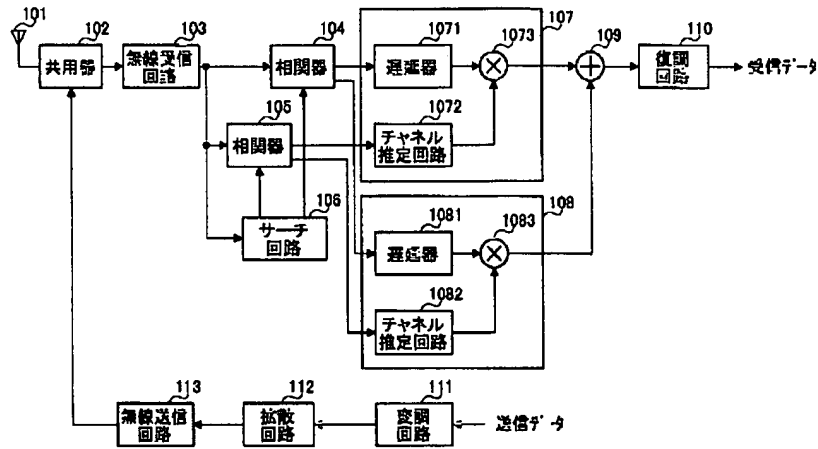
209、210 シンボル每位相回転補正回路

2051 周波数オフセット検出回路

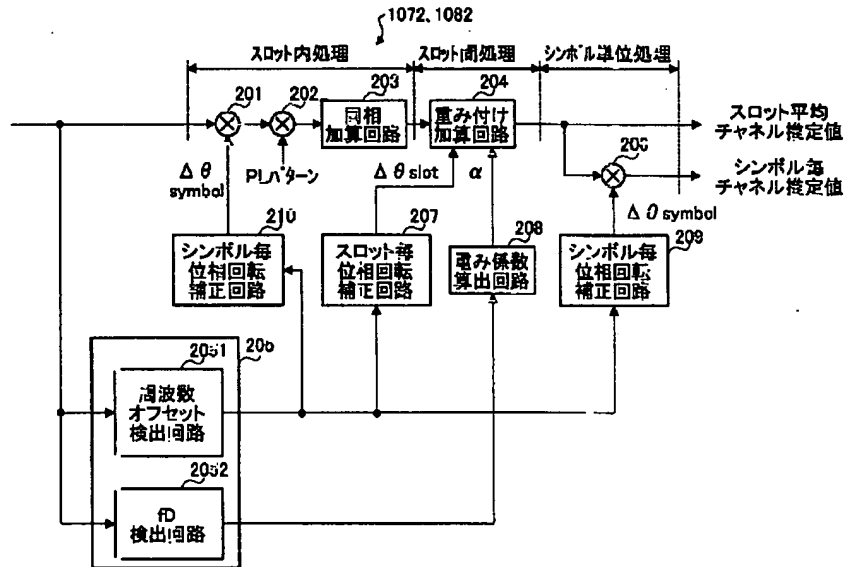
2052 フェージング変動成分検出回路(fD検出回路)

401、402 スイッチ

【図1】



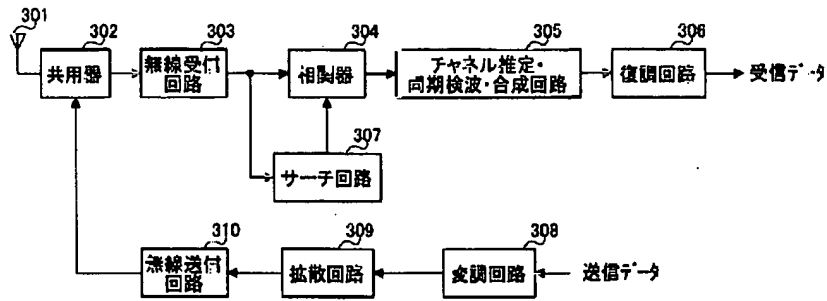
【図2】



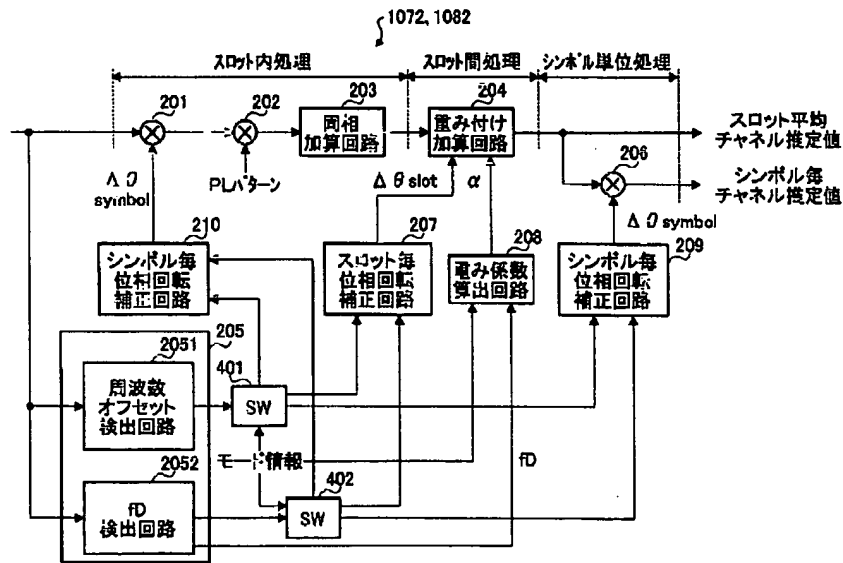
【図5】

	位相回転補正		重み係数切替え
	周波数オフセット	FD	
モード#1	○		○
モード#2	○	○	
モード#3	○	○	○
モード#4			○

【図3】



【図4】



【図6】

